



TITLE:

苔類ゼニゴケにおけるフィトクロ
ムシグナル伝達機構の解析(
Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

井上, 佳祐

CITATION:

井上, 佳祐. 苔類ゼニゴケにおけるフィトクロムシグナル伝達機構の解
析. 京都大学, 2016, 博士(生命科学)

ISSUE DATE:

2016-09-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k20035>

RIGHT:

京都大学	博士（生命科学）	氏名	井上 佳祐
論文題目	苔類ゼニゴケにおけるフィトクロムシグナル伝達機構の解析		
(論文内容の要旨)			
<p>フィトクロムは赤色光および遠赤色光を受容する光受容体であり、植物の成長や発生の多くの面で重要な役割をもつ。シロイヌナズナを用いた解析から、フィトクロムは主に核内で機能し、赤色光シグナルの抑制因子として働く PHYTOCHROME INTERACTING FACTOR (PIF) という bHLH 型転写因子の機能を阻害することで遺伝子発現を制御することが知られている。これまでに、赤色光/遠赤色光可逆的な応答やフィトクロム遺伝子の存在は多くの植物種で報告されているが、シロイヌナズナ以外の植物種におけるフィトクロムシグナル伝達の分子機構に関してはほとんど知見がない。そこで申請者は基部陸上植物である苔類ゼニゴケを用いて、フィトクロム自身の性質の解析とともに、そのシグナル伝達機構について解析を行った。</p> <p>まず、ゼニゴケにおけるフィトクロム遺伝子の探索を行い、1 分子種のフィトクロム (MpPHY) をもつことを明らかにした。Mpphy の光に対する安定性および細胞内局在の解析から、安定性は被子植物におけるⅡ型フィトクロムに、細胞内局在は被子植物におけるⅠ型フィトクロムに類似した性質をもつことを明らかにした。野生型や MpPHY 過剰発現株では無性芽の発芽や、LHCB および POR といった光誘導性遺伝子の発現が赤色光/遠赤色光可逆的に制御されたのに対し、恒常的に活性型になると予想された点変異を導入した Mpphy^{Y241H} を発現する形質転換体ではそれらの応答が光条件によらず観察された。これらの結果から、Mpphy はシロイヌナズナのフィトクロムと同様に赤色光依存的に遺伝子発現を制御することで生理応答を制御することが示唆された。</p> <p>次に、Mpphy を介した遺伝子発現制御に関与する候補遺伝子として PIF 相同遺伝子の探索を行い、ゼニゴケが1分子種の PIF (MpPIF) をもつことを明らかにした。相同組み換えによる MpPIF ノックアウト株 (Mppif^{KO}) を用いた解析から、Mppif^{KO} では Mpphy^{Y241H} 発現株と同様に無性芽の発芽や光誘導性遺伝子の発現が光条件によらず観察されることを見出し、MpPIF が暗黒下で無性芽の発芽や光誘導性遺伝子の発現を抑制するフィトクロムシグナル伝達の抑制因子であることを明らかにした。また生化学的な解析から、MpPIF が暗黒下で蓄積し、赤色光依存的に分解されること、Mpphy^{Y241H} 発現株では暗黒下でも MpPIF が蓄積しないこと、活性型 Mpphy と APA モチーフを介して光依存的に相互作用することを明らかにした。これらの結果から、MpPIF は赤色光依存的に活性型 Mpphy と相互作用することで分解されることが示唆された。</p> <p>以上の結果から、基部陸上植物であるゼニゴケがフィトクロムと PIF 転写因子との光依存的な相互作用および PIF 転写因子の分解による遺伝子発現制御というシロイヌナズナと共通したフィトクロムシグナル伝達機構をもつことを明らかにした。本研究の結果、フィトクロム-PIF 転写因子による赤色光依存的な遺伝子発現制御機構は陸上植物の共通祖先において獲得されていたことが示唆された。この転写制御機構の獲得と陸上植物進化の過程における多様化が植物の陸上への適応にどのように貢献したかを明らかにすることが今後の課題である。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

申請者は、陸上植物進化の基部に位置する苔類のモデル生物ゼニゴケを用いて、植物の光環境応答に重要な役割をもつ赤色光・遠赤色光受容体フィトクロムとその信号伝達因子の進化的な成立過程を解明することを目指して研究をおこなった。

申請者は、まずフィトクロム遺伝子を探索し、ゼニゴケが1分子種のフィトクロム遺伝子(MpPHY)をもつこと、および、フィトクロムタンパク質(Mpphy)が赤色光吸収型および遠赤色光吸収型に光依存的に相互変換することを明らかにした。また、分子進化系統として、これまでに解析の進んだ被子植物フィトクロム分子の姉妹分子と位置づけられることを明らかにした。そして、Mpphyが細胞内局在の解析からはI型フィトクロムに、タンパク質の光安定性の解析からはII型フィトクロムに類似した性質をもつことを明らかにした。これは被子植物では分子機能の分担が進んだフィトクロムの原形を知る上で重要な知見を与えたと評価できる。また、フィトクロムの過剰発現系統や恒常的活性型発現系統を用いて、Mpphyが無性芽の発芽や光誘導性遺伝子の発現を制御することを明らかにした。これは基部陸上植物においてフィトクロム分子と制御の対応を明確に示した成果として評価できる。

次に、Mpphyを介した遺伝子発現制御に関与する因子として、ゼニゴケがPHYTOCHROME INTERACTING FACTOR (PIF) というbHLH型転写因子をもつことを明らかにした。相同組換えによるノックアウト体を作成し、この因子が無性芽の発芽や光誘導性遺伝子の発現といったフィトクロム応答を制御することを明確に示した。MpPIFが暗黒下で蓄積し、赤色光依存的に分解されること、Mpphy Y241H発現株では暗黒下でもMpPIFが蓄積しないこと、活性型MpphyとAPAモチーフを介して光依存的に相互作用することといった分子レベルでの正確な解析を進め、MpPIFは赤色光依存的に活性型Mpphyと相互作用することで分解されることを明瞭に示した。

以上の結果から、申請者は、基部陸上植物であるゼニゴケがフィトクロムとPIF転写因子との光依存的な相互作用およびPIF転写因子の分解による遺伝子発現制御というシロイヌナズナと共通したフィトクロムシグナル伝達機構をもつこと、つまり、フィトクロム-PIF転写因子による赤色光依存的な遺伝子発現制御機構は陸上植物の共通祖先において獲得されていたことが示唆された。この研究は、フィトクロムとその信号伝達系という陸上植物の光応答の進化的な成立の一端を明らかにした研究として高く評価できる。

本論文では、申請者の生化学や分子生物学および植物生理学に関する高度で幅広い学識と優れた研究能力と、独創的かつ総合的に精緻な研究を展開する能力が示されており、生命科学の理解と発展に寄与する発見が論理的かつ一貫性をもって記述されている。よって博士(生命科学)の学位論文として価値あるものと認めた。また、平成28年8月2日に、論文内容とそれに関連した口頭試問を行った結果、合格と認めた。

論文内容の要旨及び審査の結果の要旨は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。特許申請、雑誌掲載等の関係により、学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。(ただし、学位規則第8条の規定により、猶予期間は学位授与日から3ヶ月以内を記入すること。)

要旨公開可能日： 年 月 日